ENG 1007 – INTRODUÇÃO À MECÂNICA DOS SÓLIDOS

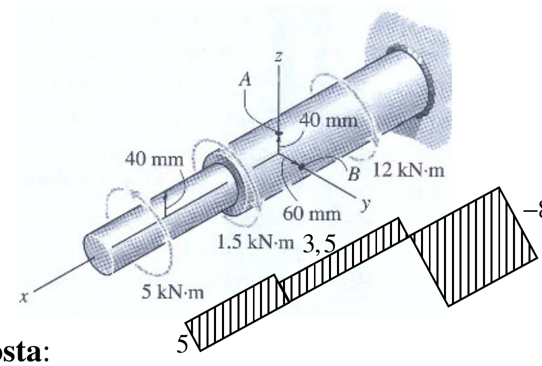
Segunda prova – turma B 16/10/2014

1ª Questão (2,5 pontos)

O eixo de aço está submetido à carga de torção indicada.

a) Determinar as tensões de cisalhamento que ocorrem nos pontos A e B indicados.

b) Determinar a máxima tensão de cisalhamento que ocorre no eixo.



$$\tau = \frac{T\rho}{J}$$

$$J = \frac{\pi r^4}{2}$$

$$\Delta\varphi = \frac{T\,\Delta L}{GJ}$$

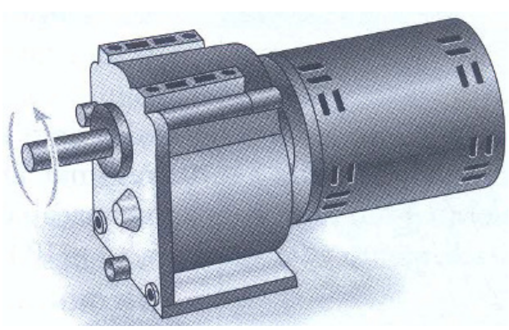
Resposta:

a) $\tau_A = \dfrac{3{,}5kNm \times 0{,}04m}{\pi 0{,}06^4 m^4/2} = 6{,}877MPa$; $\tau_B = \dfrac{3{,}5kNm \times 0{,}06m}{\pi 0{,}06^4 m^4/2} = 10{,}316MPa$;

b) $\tau^{máx} = máx\left(\dfrac{5kNm \times 0{,}04m}{\pi 0{,}04^4 m^4/2}; \dfrac{8{,}5kNm \times 0{,}06m}{\pi 0{,}06^4 m^4/2}\right) = máx\left(49{,}736MPa; 25{,}052MPa\right) = 49{,}736MPa$

2ª Questão (2,5 pontos)

O motor de engrenagens desenvolve 0,1 *hp* quando gira a 300 rotações por minuto. Supondo que a tensão de cisalhamento admissível para o eixo, que é circular e maciço, seja $\tau_{adm} = 7MPa$, determinar o menor diâmetro que pode ser usado.



$$P = 2\pi nT \; ; \quad \tau(x,\rho) = \frac{T(x)G\rho}{2\pi\int_0^{r(x)} G\rho^3 d\rho}$$

$$1\,hp = 745{,}7\,W$$

Resposta:

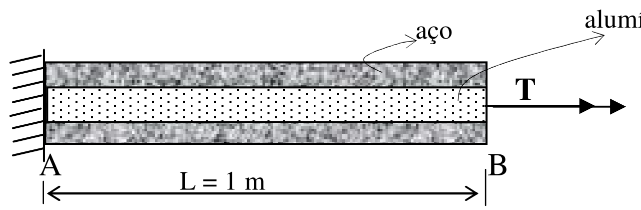
$T = \dfrac{0{,}1 \times 745{,}7}{2\pi \times 300/60} = 2{,}374Nm$; $\tau_{adm} = 7MPa = \dfrac{2{,}374Nm}{\pi r^3/2}$ $\Rightarrow$ $r \approx 6mm$ ou $d \approx 1{,}2cm$

3ª Questão (2,5 pontos)

Calcular o valor máximo de torque **T** que o eixo composto de aço e alumínio pode suportar, sabendo que a tensão máxima admissível do aço é $\tau_{adm}^{aço}$ = 400 MPa, a tensão máxima admissível do alumínio é τ_{adm}^{al} = 200 MPa e a máxima rotação da seção B é 0,1 *rad*. Os módulos de elasticidade transversal do aço e do alumínio são, respectivamente, $G_{aço}$ = 84 *GPa* e G_{al} = 28 *GPa*. O eixo consiste em um segmento AB com núcleo de alumínio encamisado por um tubo vazado de aço. Os raios interno e externo do eixo de aço são, respectivamente, r_e = 10 cm e r_i = 8 cm.

$$\tau(x,\rho) = \frac{T(x)G\rho}{2\pi\int_0^{r(x)} G\rho^3 d\rho}$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{T(x)}{2\pi\int_0^{r(x)} G\rho^3 d\rho}$$



Resposta

$$\varphi_{AB} = \frac{\mathbf{T}L}{G_{al}\frac{\pi(r_i^4)}{2} + G_{aço}\frac{\pi(r_e^4 - r_i^4)}{2}} \leq 0{,}1rad \quad \Rightarrow \quad \mathbf{T} \leq 959{,}166kNm$$

$$\tau_{aço}^{máx} = \frac{\mathbf{T}G_{aço}r_e}{G_{al}\frac{\pi(r_i^4)}{2} + G_{aço}\frac{\pi(r_e^4 - r_i^4)}{2}} \leq 400MPa \quad \Rightarrow \quad \mathbf{T} \leq 456{,}746kNm$$

$$\boxed{T_{máx} = 456{,}746kNm}$$

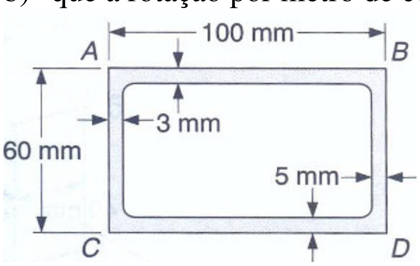
$$\tau_{al}^{máx} = \frac{\mathbf{T}G_{al}r_i}{G_{al}\frac{\pi(r_i^4)}{2} + G_{aço}\frac{\pi(r_e^4 - r_i^4)}{2}} \leq 200MPa \quad \Rightarrow \quad \mathbf{T} \leq 856{,}398kNm$$

4ª Questão (2,5 pontos)

Um tubo é feito de aço (*G* = 85 *GPa*) e tem a seção transversal de paredes finas mostrada na figura. Calcular o máximo torque que este tubo pode suportar, sabendo

a) que a tensão de cisalhamento máxima admissível é $\tau_{adm} = 400MPa$ e

b) que a rotação por metro de comprimento não pode ser maior que 0,1 *rad*.



$$\tau = \frac{\mathbf{T}}{2A_m t} \qquad d\varphi = \frac{\mathbf{T}}{4A_m^2 G}\int_{C_m}\frac{ds}{t}\,dx$$

Resposta

$$A_m = (100 - 1{,}5 - 2{,}5)\times(60 - 1{,}5 - 2{,}5)mm^2 = 0{,}005376m^2\,; \qquad \int_{C_m}\frac{ds}{t} = \frac{96}{5} + \frac{56}{5} + \frac{96}{3} + \frac{56}{3} = 81{,}067$$

a) $$\tau_{máx} = \frac{\mathbf{T}}{2\times 0{,}00537m^2 \times 3\times 10^{-3}m} \leq \tau_{adm} = 400MPa \quad \Rightarrow \quad \mathbf{T} \leq 12{,}902kNm$$

b) $$\Delta\varphi/m = \frac{\mathbf{T}\times 81{,}067}{4\times(0{,}005376m^2)^2 \times 85\times 10^9} 0{,}1rad/m \quad \Rightarrow \quad \mathbf{T} \leq 12{,}121kNm$$

$$\boxed{\mathbf{T}_{máx} = 12{,}121kNm}$$